

Svjetsko nogometno prvenstvo u Brazilu – polimerni materijali u nogometu

Priredili: Saša BORŠIĆ, Jelena PILIPOVIĆ, Ana PILIPOVIĆ

Towards the World Cup in Brazil - Polymers in Football

The 20th World Cup will be held in Brazil this year. This is the second time that Brazil is hosting the World Cup, the first one being in 1950. Long ago, football became something more than the most important thing in the world. However, not many people noticed what a key role in this global sport the plastics and rubber play. The official match ball is the Adidas Brazuca, made of 100% TPU to ensure soft touch, butyl bladder for best air retention and nylon-wound carcass. The informal term brazuca is used to describe the national pride in the Brazilian way of life and to reflect their approach to football, symbolising emotion, pride and goodwill to all. Football clothing and shoes are made of lightweight polymer materials. Brazil's national football team will wear Nike's jerseys. In addition to keeping players cool, the kit is made of a new dual-knit fabrication that incorporates cotton and recycled polyester for the best in moisture wicking properties, while adding a softer feel and more flattering shape. But we must not forget other aspects of plastics and rubber in this sport as well, such as parts of the stadium, soccer fields, shin guards and other equipment without which there would be no football such as the modern society knows.

Brazil je po veličini peta zemlja svijeta, poznata po rijeci Amazoni i amazonskim prašumama, karnevalu u Rio de Janeiru, sambu, plaži Copacabani, kipu Isusa otkupitelja¹ te nogometu, danas najvažnijoj sporednoj stvari na svijetu. Brazil je po drugi put domaćin Svjetskoga nogometnog prvenstva. Mnogi ne primjećuju koliki je, zapravo, utjecaj plastike i gume u tom sportu.

Plastika i guma na nogometnim stadionima

Te su dvije skupine polimera veoma rasprostranjene na stadionima. Ističu se polietilenske mreže na golovima, zatim kornerske zastavice napravljene od poliesteru i smještene na stalke od PVC-a, od kojega je napravljena i većina opreme potrebne za trening, poput raznih čunjeva i štapova. Tvrtka *Braskem*, kao alternativu plastici, za prvenstvo u Brazilu proizvest će biopolipropilen (nerazgradljivi polipropilen na biosnovi), od kojega će biti izrađene mreže za golove.²

Stadioni

Za potrebe prvenstva u Brazilu bit će spremno 12 vrhunskih stadiona, od kojih će neki biti renovirani, a neki novoizgrađeni.³ Jedan od njih je *Arena Corinthians* u Sao Paulu, čiji će se krov izraditi od nekoliko slojeva. Prvi će sloj biti valoviti lim izrađen od čelika. Preko toga će ići toplinska i zvučna izolacija izrađena od poliizocijanurata (PIR) debljine 38 mm. Na kraju će cijeli krov biti prekriven *UltraPly Firestone* TPO poliolefinskim plastomerom, pričvršćenim posebnim ljepilom kako bi se osigurala nepropusnost krova.⁴

Stadionske sjedalice

Sjedalice koje se postavljaju na stadionima moraju ispunjavati stroge zahtjeve. Osim što trebaju biti udobne za gledatelje, također moraju biti postojane na atmosferske utjecaje i promjene temperature. Najčešće upotrebljavani materijal za njihovu izradu je polipropilen, koji se dodatno

štiti UV dodacima kako bi se postigla postojanost na UV zračenje (slika 1a).⁵ U novije se vrijeme polipropilen zamjenjuje poliamidom, jer je više čvrstoće i postojanosti pri visokim, odnosno niskim temperaturama (slika 1b).⁷



SLIKA 1 – Stadionska sjedalice: a – od polipropilena,⁶ b – od poliamida⁸

Talijanska tvrtka *RadiciGroup* za potrebe ovogodišnjega Svjetskog nogometnog prvenstva opskrbit će brazilske stadione plastičnim sjedalicama izrađenima od PA6 i premazanima usporavalom gorenja.⁹

Zanimljivost je ovogodišnjega Svjetskog nogometnog prvenstva to što će se što je više moguće paziti na zaštitu okoliša. Tako je tvrtka *Coca-Cola*, jedan od sponzora, pokrenula projekt recikliranja plastičnih boca od PET-a, od kojih će se izraditi sjedalice na stadionu *Maracan* u Rio de Janeiru.¹⁰ Također će biti upotrijebljena šćerna trska za razvoj etanola potrebnog za proizvodnju polietilena od kojeg će se izraditi sjedalice na ostalim stadionima.²

Umjetna trava¹¹

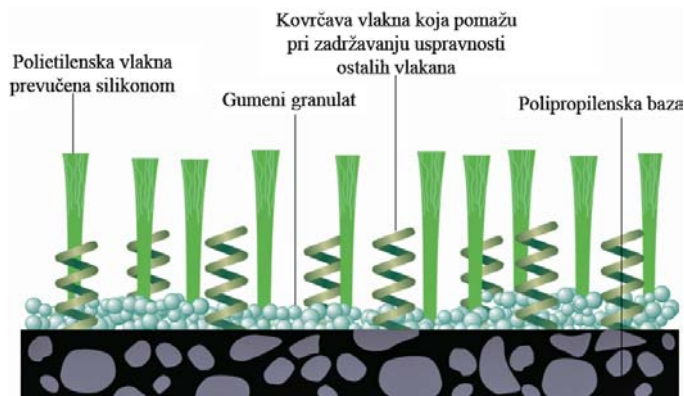
Zbog klimatskih uvjeta ili nekoga sličnog razloga, kad prirodna trava nije pogodna za upotrebu, upotrebljava se umjetna trava. Riječ je o podlozi od sintetičkih vlakana koja nalikuju na prirodnu travu. Usprkos prednostima (lakše održavanje jer ne treba zalijevanje ni košnju), ima i nekih nedostataka, poput ograničenog vijeka trajanja, potrebnoga povremenog čišćenja te lošeg utjecaja pojedinih upotrijebljenih komponenti na zdravlje. Umjetna trava (slika 2) sastoji se od polipropilenske osnove te drenažnog sustava smještenog ispod nje koji je zadužen za odvodnju. Iz nje se izdižu polietilenska vlakna trave koja su prevučena silikonom te izgledaju poput vlati prirodne trave. Uz njih su i koverčava vlakna, koja pomažu pri održavanju uspravnosti vlakana trave. Između vlakana je reciklirani gumeni granulat koji služi za ublažavanje udara.

Za Svjetsko nogometno prvenstvo u Brazilu, u *Areni Corinthians* u Sao Paulu teren će biti izrađen od prirodne trave s kojom će se ispreplesti sintetička vlakna i tako poboljšati fiksacija terena.¹²

Nogometna lopta

Prema nekim povijesnim izvorima, ljudi su kao loptu koristili ljudske i životinjske lubanje te svinjske, odnosno kravlje mjehure.¹³ Prve gumene lopte od prirodnoga kaučuka i prirodnih umreživala pravili su Maje u Srednjoj Americi prije otprilike 3 600 godina (D. Hosler). Godine 1855. Charles Goodyear osmislio je i napravio prvu gumenu nogometnu loptu.¹⁴

Ta je lopta bila sastavljena od više gumenih panela koji su bili međusobno zalijepljeni na rubovima.



SLIKA 2 – Poprečni presjek podloge od umjetne trave¹¹

Lopta obučena kožom

Konstrukciju Goodyearove lopte poboljšao je 1862. godine J. H. Landon tako što se mogla napuhavati. To je omogućavalo da zadrži tvrdoću i oblik. Godine 1872. uvedeno je pravilo da lopta mora biti okruglog oblika i da joj opseg mora biti između 68 i 70 cm. Naknadno su dodani i kriteriji da masa lopte prije početka utakmice mora biti između 400 i 450 g te da bude obučena u kožu ili neki drugi dopušteni materijal. Pravilo o veličini i težini lopte nije se promijenilo ni do danas.¹⁵

Za izradu najkvalitetnijih lopti upotrebljavala se koža s govedskih kukova (organski polimer životinjskog podrijetla), dok se za one manje kvalitetne upotrebljavala koža s leđa goveda. Kožni dio lopte u početku se sastavljao od panela koji su se spajali na suprotnim polovima lopte, što je poslije zamijenjeno oblikom panela, kojim se postizala bolja sferičnost.¹⁵

Premazi i novi oblik panela

Najveći problem nogometnih lopti s kožnim vanjskim dijelom bilo je njihovo svojstvo upijanja vode. U mokrim uvjetima lopta bi polako upijala vodu i postajala sve teža te bi odstupala od dopuštene mase, pa su igrači ozljeđivali glavu ili vrat prilikom udaranja takve lopte glavom.¹⁵

Kako bi se taj problem riješio, lopte su se premazivale umjetnim bojama ili drugim neporoznim materijalima. To označava početak upotrebe umjetnih materijala u proizvodnji nogometnih lopti (slika 3). Sljedećih tridesetak godina lopta je bila sastavljena od peterokuta i šesterokuta, što je uvelike pomoglo postizanju oblika kugle.¹⁵



SLIKA 3 – Lopta iz 1966. godine, sa sintetičkim narančastim premazom i starim oblikom panela¹⁶

Godine 1986. došlo je do velikog napretka u igri. Razlog tomu bila je nova lopta s poliuretanskim premazom i novi postupak zaštite šavova, pa je bila vodonepropusna te je i u mokrim uvjetima zadržavala željeni oblik, a i

masa joj se tijekom utakmice nije mijenjala.¹⁶ Lopte sastavljene od peterokuta i šesterokuta održale su se niz godina. Štoviše, mnogi proizvođači to primjenjuju i danas. Tvrtka *Adidas* je inovator na tom polju. Ona je službeni proizvođač lopti za dvije najveće nogometne smotre, *Svjetsko* i *Europsko prvenstvo*. Od 2006. do 2014. godine proizveli su niz lopti koje su po obliku panela bile potpuno drukčije. Cilj je istraživanja na tom polju napraviti loptu sa što manjim brojem panela, kako bi joj aerodinamika bila bolja. A to donosi i sve čudnije oblike dijelova lopte. Lopta s peterokutima i šesterokutima bila je standard još od 1970. godine te je bila sastavljena od čak 32 panela. *Adidas* je to odlučio promijeniti kada je za *Svjetsko nogometno prvenstvo* 2006. godine predstavljena lopta *Teamgeist*, sastavljena od 14 dijelova. Modelom *Jabulani* iz 2010. godine otišlo se korak dalje te je broj panela smanjen na osam, dok najnovija *Brazuca*, kojom će se igrati u Brazilu ove godine, ima samo šest dijelova (slika 9).¹⁶ *Brazuca* je napravljena od 100 % poliuretana (PUR), sa zračnicom od butila te s rupičastom strukturom koja lopti daje bolja aerodinamička svojstva omogućujući zraku da prođe kroz nju bez otpora strujanju.^{17,18}



SLIKA 4 – Oblik panela na lopti iz 1970. godine i na *Brazuci*^{19,20}

Dijelovi lopte

Vanjski panel i unutarnja podstava

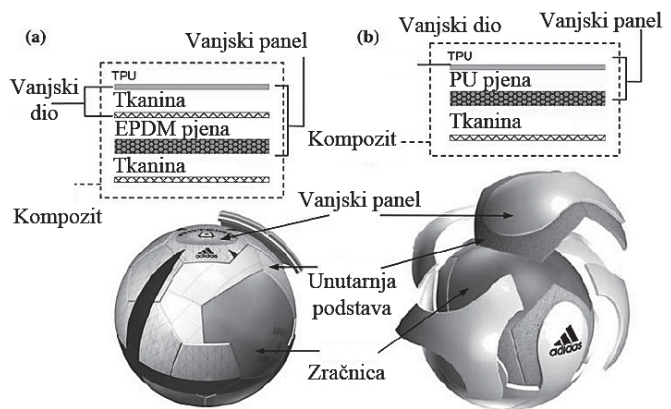
Vanjski panel danas se najčešće ne proizvodi od prave kože. Umjesto nje upotrebljava se sintetička koža napravljena od poliuretana (PUR) ili poli(vinil-klorida) (PVC). PVC je jeftiniji od PUR-a te se lopte izrađene od njega koriste najviše za trening. Igrači koji od lopte traže optimalna svojstva, u pravilu se odlučuju za lopte od PUR-a. One su skuplje, ali su mnogo ugodnije za igru jer su mekše.²¹

Između vanjskog panela i zračnice nalazi se podstava. Njezina je zadaća osigurati bolji osjećaj, bolji oblik, poboljšati kontrolu lopte i ojačati strukturu. Kao materijal za podstavu danas se najčešće upotrebljavaju poliester i pamuk (slika 5).²¹



SLIKA 5 – Lopta *Jabulani* u dijelovima²¹

Vanjski panel zajedno s podstavom čine razni kompoziti (slika 6). Njihove se strukture kompozita razlikuju po tome što *Teamgeist* ima jedan sloj tkanine manje u odnosu na *Roteiro* (*Adidasovu* loptu iz 2004.). Osim tkanine u sastavu je još elastoplastomerni poliuretan (TPU) i pjena od etilen/propilen/dienskoga kaučuka (EPDM).²¹



TPU - Elastoplastomerni poliuretan
EPDM - Etilen/propilen/dienski kaučuk

PUR - Poliuretan

SLIKA 6 – Kompozitni sastav *Adidasovih* lopti *Roteiro* (*Europsko nogometno prvenstvo* 2004. godine u Portugalu) i *Teamgeist* (*Svjetsko nogometno prvenstvo* 2006. godine u Njemačkoj)²²

Vanjski panel zajedno s podstavom čini plašt lopte. On je načinjen od peteroslojnog materijala (slika 7). Vanjski, vidljivi površinski premaz (1) načinjen je od polikarbonat-ester-uretana i omogućuje visoku zaštitu od ogrebotina te smanjeno trošenje i trenje. Alifatska, dvokomponentna čvrsta prevlaka čini dva srednja sloja (2 i 3), koja osiguravaju žilavost i iznimnu elastičnost. Ispod toga je sloj debljine 0,7 mm (4) od *Impranila*®, sintetičke poliuretanske pjene načinjene od elastičnih mikroćelija ispunjenih plinom koje su podjednako velike i koje omogućuju da lopta zadrži oblik te da nakon jakih udaraca daleko leti. Posljednji je sloj aromatsko poliuretansko ljepilo (5), kao vezivo između plašta i tekstilne podloge.²³



SLIKA 7 – Slojevi plašta (poprečni presjek) lopte *Adidas Europass* (*Europsko nogometno prvenstvo* 2008. godine u Austriji i Švicarskoj)²³

Spojevi

Svaka se lopta sastoji od više panela i njih je potrebno spojiti. Do 2004. godine najkvalitetnije lopte isključivo su se šivale, dok su spojevi manje kvalitetnih lopti bili lijepljeni. Šivanjem se paneli spajaju i danas, te postoje ručno i strojno šivane lopte, pri čemu su ručno šivane kvalitetnije i skuplje. Kao materijal za šavove upotrebljavaju se poliuretanska vlakna ili vlakna od aramida, ako je potrebna još bolja izdržljivost i postojanost na vlagu. Međutim, 2004. godine došlo je do promjene na vrhu ljestvice najkvalitetnijih lopti uvođenjem postupka toplinskog lijepljenja panela.²¹

Proces toplinskog lijepljenja izvodi se na sljedeći način: na rubove panela nanese se ljepilo te se oni slože na zračnicu lopte koja je prethodno obučena u podstavu. Sve zajedno stavlja se u kalup, gdje se pod utjecajem temperature i tlaka paneli spajaju (slika 8). Spoj koji nastaje upotrebom ovog postupka mnogo je manje vidljiv nego kod spajanja šivanjem, a može se primijeniti za spajanje raznovrsnih oblika panela, pa su današnje lopte sastavljene od raznih oblika. Zahvaljujući ovom načinu spajanja, moderne lopte gotovo uopće ne upijaju vlagu i sve se više približavaju sfernom obliku kojemu se teži.²⁴



SLIKA 8 – Lopta *Jabulani* u kalupu²⁴

Zračnica i ventil

Zračnica je dio lopte koji je ispunjen zrakom. Najčešći materijal za izradu zračnice je butilna guma. To je kopolimer izobutilena i izoprena, a proizvodi se polimerizacijom 98 % izobutilena s 2 % izoprena. Njegova su najvažnija svojstva nepropusnost za zrak i rastezljivost.²⁵ Osim butilne gume za zračnice se upotrebljava i prirodni lateks. Dijelovi načinjeni od lateksa mnogo su mekši i elastičniji od onih od butilne gume. Istodobno, kroz njegove mikropore prolazi zrak pa zahtijeva češće pumpanje. Pri proizvodnji lopte od butilne gume, u smjesu se često dodaje oko 20 % prirodnoga kaučuka kako bi se poboljšao osjećaj za udarac i kontrola lopte. Zračnice se proizvode tako da se smjesa prirodnoga ili umjetnoga kaučuka zagrije i utisne u kalup, gdje se praoblikuje balon. Dobiveni balon hlađenjem se gužva pa ga treba napuniti zrakom kako bi površina postala ujednačena.

Budućnost nogometnih lopti

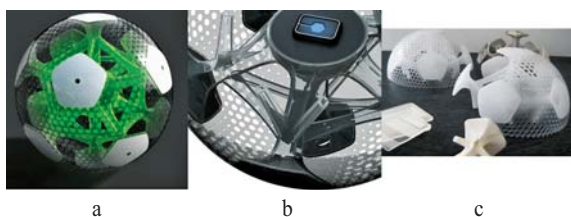
Agent CTRUS

Skupina meksičkih znanstvenika 2010. godine osmislila je zanimljiv oblik nogometne lopte za koji smatraju da predstavlja budućnost nogometa (slika 9a). Stručnjaci iz *Agent*a tvrde da će *CTRUS* biti opremljen senzorima za mjerenje sile udarca i brzine same lopte, a s pomoću ugrađenoga GPS odašiljača znat će se točna pozicija lopte na terenu. U njezinu će središtu biti smješten elektronički sklop (slika 9b) koji će skupljene informacije slati u središnje kontrolno računalo na stadionu. Osim senzora i GPS odašiljača u loptu će biti ugrađene i minikamere s pomoću kojih će doživljaj gledanja utakmice dobiti potpuno novu dimenziju. Budući da bi u svakom trenutku bio poznat položaj lopte na terenu, bila bi programirana da promijeni boju kad izađe izvan njega ili kad uđe u gol. Vanjski dio lopte činio bi omotač prekriven rupama koji bi se izrađivao od savitljive plastike, zbog čega bi se lopta odbijala kao i današnje lopte. Prednost ove lopte očituje se u tome da ona ne ispušta zrak jer njezin unutarnji dio izgleda poput kostura i čini potporu vanjskom omotaču. Zbog toga je lopta propusna za zrak i njezina struktura ne ovisi o njemu (slika 9c).²⁶

Adidas Smart Ball

Adidas je 2013. godine predstavio *Smart Ball*, loptu za koju tvrde da pomaže igračima da poboljšaju tehniku, snagu, rotaciju i točnost. Lopta samo izgleda poput obične nogometne lopte. Unutar nje nalazi se 12 sidrenih točaka koje su aramidnim nitima povezane s kuglom u

središtu lopte. Malena kugla skriva senzore i bateriju koja se može napuniti specijalnim punjačem. Podaci koje prikupe senzori šalju se bežičnom Bluetooth tehnikom u aplikaciju pametnog mobilnog telefona. Na osnovi prikupljenih podataka aplikacija pomaže igraču da poboljša svoj udarac, da bolje shvati putanju lopte i poboljša svoju tehniku (slika 10).²⁷



SLIKA 9. – a – Koncept lopte *Agent CTRUS*, b – Unutrašnjost lopte *Agent CTRUS*, c – Unutarnji paneli lopte *Agent CTRUS*²⁶



SLIKA 10 – Unutarnji i vanjski izgled lopte *Adidas Smart Ball*²⁷

Nogometna obuća

Postoji mnogo različitih modela kopački, a njihov razvoj počeo je početkom 19. stoljeća i bio je to iznimno spor proces. Vodeći proizvođači kopački su *Adidas*, *Puma* i *Nike*. Prve kopačke imale su masu od pola kilograma jer su bile napravljene od debele kože, a kada bi se smočile, postajale bi još teže. Braća Dassler, Adolf (utemeljitelj *Adidas*) i Rudolph (utemeljitelj *Pume*), 1954. godine, za *Svjetsko nogometno prvenstvo*, osmislili su kopačke s klinovima te se one smatraju prvim modernim kopačkama.²⁸

Dijelovi kopački

Raspored i izgled čepova prilagođeni su površini na kojoj se primjenjuju i poziciji na kojoj igrač igra. Čepovi mogu biti izmjenjivi ili fiksni. Izrađuju se od plastike, kože ili metala. Tenisice koje se rabe za igranje u dvoranama imaju kožne đonove kako bi se poboljšalo prianjanje uz podlogu.²⁸

Gornji dio tenisice u izravnom je dodiru s loptom te mora pružiti dovoljnu izdržljivost, ali mora biti i fleksibilan (slika 11a). Mogu se proizvoditi od govedske ili klokanove kože kao predstavnika organskih polimernih materijala te poliuretana, odnosno TPU-a. Podstava je dio tenisice koji je u izravnom dodiru s nogom. Mora osiguravati udobnost i prozračnost. Proizvodi se od mekih poliuretanskih pjena ili svinjske kože. Materijali od kojih se izrađuju vezice najčešće su poliester ili pamuk. Potplati su uglavnom od TPU-a. Čepovi mogu biti dio samog potplata te su tada izrađeni od istog materijala. S druge strane, mogu biti i izmjenjivi te izrađeni od drugog materijala. U tom slučaju mogu biti metalni, kožni ili gumeni. Oblik i broj čepova ovisi o namjeni kopački.²⁹

Kožna obuća u pravilu je udobnija jer je rastezljiva i prilagođava se jedinstvenom obliku svake noge. Najčešće pruža nozi bolju zaštitu jer je deblja. Kako se svojim oblikom prilagođava nozi, kožna kopačka pruža odličan osjećaj za loptu. Najveći nedostatak kože je što upija vodu.³⁰

Većina današnjih sintetičkih kopački napravljena je od TPU-a po imenu *Mikrovlakna Teijin* (e. *Teijin microfibre*), koji je udoban i iznimno lagan (slika 11b). Umjetne kopačke pružaju inženjerima mnogo više slobode

u primjeni najnovijih rješenja. Pri upotrebi takvih materijala lakše je osigurati nepropusnost za vodu, što kopačke čini lakšima u mokrim uvjetima, a čišćenje i održavanje znatno je jednostavnije. Međutim, zbog toga je njihova površina skliska kad se smoči pa igrač nema tako dobar osjećaj za loptu. Razvijanjem sintetičkih materijala poput mikrovlakana *Teijin* pokušava se poboljšati udobnost i osjećaj za loptu, koji su kod kožnih modela mnogo bolji.³⁰ Površina s udubljenjima podsjeća na površinu golfske loptice, a odlikuje ju završna obrada poput one na kožnim kopačkama, koja, uz iznimno tanak TPU, pridonosi boljoj kontroli lopte pri velikim brzinama. Potplat je napravljen od TPU-a i staklenih vlakana, što omogućuje dobro ubrzanje i poboljšano prianjanje za podlogu pri promjenama smjera.^{31,32}



SLIKA 11 – Dijelovi kopački *Nike Mercurial Vapor Superfly III FG*, Brazil, 2014.^{29,33}

Usporedbe kožnih i sintetičkih kopački su uzaludne jer svaka inačica ima svoje prednosti i nedostatke, no činjenica je da se sintetički materijali razvijaju velikom brzinom i da se po svojim svojstvima sve više približavaju pravoj koži.³⁰

Nogometni dresovi

Dresovi koje su igrači nosili početkom dvadesetoga stoljeća bili su napravljeni najčešće od pamuka zbog njegove izdržljivosti, a proizvodili su se u različitim bojama. U tridesetim godinama dvadesetog stoljeća u Velikoj Britaniji su se na dresove počeli stavljati brojevi koji su označavali poziciju na kojoj igrač igra, što se ubrzo proširilo ostatkom svijeta. Sredinom dvadesetog stoljeća uzgojeni materijali poput pamuka počinju se zamjenjivati laganim sintetičkim materijalima. Dresovi su se tih godina proizvodili od izdržljivog poliestera male mase.³⁴

Moderan te u nacionalnim bojama, nogometni dres u kojem je hrvatska nogometna reprezentacija nastupila na *Europskom nogometnom prvenstvu* u Poljskoj i Ukrajini 2012. godine (slika 12) načinjen je od tkanine izrađene od recikliranog poli(etilen-terafalata) (PET). Izrađen je od 96 % recikliranog PET-a, odnosno za jedan sportski dres upotrijebljeno je 13 PET boca. Dres je 23 % lakši i 20 % čvršći u odnosu na dosadašnje dresove, a specijalnim laserskim postupkom načinjene su rupice koje potiču hlađenje. Za 2012. godinu *Nike*ov program izrade tkanine za sportske dresove iskoristio je oko 16 milijuna PET boca, pretežno prikupljenih na odlagalištima u Tajlandu i Japanu.³⁵

Na ovogodišnjem *Svjetskom nogometnom prvenstvu* brazilska nogometna reprezentacija nosit će *Nike*ove dresove izrađene dvostrukim pletivom koje uključuje pamuk i reciklirani poliester kako bi se dobio materijal vrhunskih performansi koji izvlači vlagu iz ljudske kože na vanjski dio dresa, gdje brže isparava. Uz manji utjecaj na okoliš, *Nike* će dresove i, prvi put, čarape izraditi od recikliranih PET boca (100 % recikliranog poliestera u hlačicama, 96 % recikliranog poliestera u majici i 78 % u čarapama). Za jedan takav komplet upotrijebi se oko 18 recikliranih

plastičnih boca. Na taj način *Nike* je od 2010. godine potrošio oko 2 milijarde plastičnih boca s odlagališta.³⁷ I hrvatska nogometna reprezentacija nosit će u Brazilu *Nikeove* dresove napravljene od recikliranih plastičnih boca (slika 13).³⁸



SLIKA 12 – Dres hrvatske nogometne reprezentacije iz 2012. godine³⁶



SLIKA 13 – Dres hrvatske nogometne reprezentacije, Brazil, 2014.³⁸

Ostala oprema za igrače

Vratarske rukavice

Vratari učestalije rabe rukavice od šezdesetih i sedamdesetih godina, a u osamdesetim godinama postale su standardan dio nogometne opreme.

Pokušavajući poboljšati njihovo prianjanje za loptu, kao najbolji odabir pokazala se pjena od lateksa. Taj se materijal upotrebljava i u modernim rukavicama, ali se podvrgava različitim obradama kako bi mu se prianjanje još poboljšalo (slika 14).³⁹

Štitnici

Štitnici za potkoljenice, koji se nazivaju i kostobrani, mogu biti načinjeni od gume, staklenih vlakana ili plastike. Štitnici od gumaste pjene su lagani i prilagodljivi, ali nude lošiju zaštitu, dok su oni napravljeni od staklenih

vlakana čvrsti, lagani i nude odličnu zaštitu, ali po malo višoj cijeni. Najveća je prednost plastičnih štitnika što su najjeftiniji (slika 15).⁴¹



SLIKA 14 – Golmanske rukavice *Reusch waorani-deluxe-g2*, Brazil, 2014.⁴⁰



SLIKA 15 – *Nike Mercurial Lite Brazil Shin Guard Mens* – štitnici za brazilsku reprezentaciju od polietilena, Brazil, 2014.⁴²

Umjesto zaključka

Hrvatski proizvođači ambalaže također imaju koristi od *Svjetskoga nogometnog prvenstva*. Povećana je proizvodnja nosiljki boca za pivo i ostalih suvenirna kao što su kape, šalovi, trube, maske za mobitele, satovi, čaše od poliakrila i poliestera itd. (slika 16). Također, prehrambeni proizvodi i spremnici za napitke pakiraju se u ambalažu sa slikama nogometnog prvenstva, što pospješuje prodaju.



SLIKA 16 – Promidžbeni materijali^{43,44,45,46}

KORIŠTENA LITERATURA

1. www.teen385.com/lifestyle/klikom-po-svijetu/brazil-najveca-drzava-latinske-amerike, 1. 4. 2014.
2. edition.cnn.com/2012/02/09/sport/football/football-sugar-seats-brazil-amsterdam/, 1. 4. 2014.
3. www.urbanmagazin.ba/futuristicki-stadioni-za-sp-2014-u-brazilu/, 1. 4. 2014.
4. www.revistamt.com.br/index.php?option=com_content&task=viewMateria&id=1430, 1. 4. 2014.
5. www.plastikgocic.rs/stolicastandard.htm, 19. 2. 2014.
6. http://infopandagrass.en.made-in-china.com/product/aMdEocJGVtIY/China-Plastic-Stadium-Seat-ZS-ZKBB-P-.html, 19. 2. 2014.
7. www.archiexpo.com/prod/techart/sport-stadiums-chairs-94034-924346.html, 19. 2. 2014.
8. www.goessnitzer.de/en/products/products_action/show/products_controller/Product/navi_productgroup/1/navi_productline/82/navi_product/231/productgroup/sportstaeten-stadion/productline/sitzschalen/product/arena-d/, 19. 2. 2014.
9. www.plasticsnews.com/article/20131209/NEWS/131209931/radici-resins-used-in-world-cup-seats#, 1. 4. 2014.
10. inhabitat.com/coca-cola-launches-plastic-bottle-recycling-program-to-make-seats-for-brazilian-world-cup-stadium/, 1. 4. 2014.
11. Artificial turf, en.wikipedia.org/wiki/Artificial_turf, 19. 2. 2014.
12. www.lancenet.com.br/corinthians/Gramado-Arena-Corinthians-tecnologia-inspirara_0_936506543.html, 4. 4. 2014.
13. Law 2: The Soccer Ball, soccerommanual.com/laws-of-soccer-law-2-soccer-ball/, 19. 2. 2014.
14. Vulkanizacija, hr.wikipedia.org/wiki/Vulkanizacija, 19. 2. 2014.
15. The History of the Soccer Ball, www.soccerballworld.com/History.htm#Soccer%20Balls%20in%20the%201900%27s, 19. 2. 2014.
16. www.balones-oficiales.com/, 19. 2. 2014.
17. www.soccercleats101.com/2013/12/11/adidas-brazuca-ball-how-does-it-perform/, 5. 4. 2014.
18. www.adidas.com/us/product/mens-soccer-brazuca-top-glider-soccer-ball/AMM34?cid=D86688, 5. 4. 2014.
19. Byrne, B.: Adidas Brazuca Ball – how does it perform?, www.soccercleats101.com/2013/12/11/adidas-brazuca-ball-how-does-it-perform/, 19. 2. 2014.
20. Black and white football (soccer) balls, www.psdgraphics.com/photos/black-and-white-football-soccer-balls/, 19. 2. 2014.
21. What is a Soccer Ball Made of, www.football-bible.com/soccer-info/what-is-a-soccer-ball-made-of.html, 19. 2. 2014.
22. Price, D. S., Jones, R., Harland, A. R., Silberschmidt, V. V.: Viscoelasticity of multi-layer textile reinforced polymer composites used in soccer balls, Journal of Materials Science, 43(2008)8, 2833-2843.
23. Barić, G.: Nogometna lopta površine poput gušće kože, Polimeri 29(2008)1, 61.
24. How are Footballs Made, engineeringport.co.uk/2012/07/03/how-are-football-made/, 19. 2. 2014.
25. Butyl rubber, en.wikipedia.org/wiki/Butyl_rubber, 19. 2. 2014.
26. CTRUS football by Agent, www.dezeen.com/2013/10/07/ctrus-football-by-agent/, 19. 2. 2014.
27. Furfie, B.: Adidas showcases its new Smart Ball, www.t3.com/news/adidas-showcases-its-new-smart-ball, 19. 2. 2014.
28. Thomas, G. P.: What Materials are Used in Football (Soccer) Boots?, www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7886, 19. 2. 2014.
29. R&D in soccer cleats geared toward enhancing play, www.globalsources.com/gsol/I/Athletic-shoes/a/9000000122327.htm, 19. 2. 2014.
30. The Low Down on Synthetic vs Leather Soccer Shoes, www.soccerpro.com/theinstep/the-low-down-on-synthetic-vs-leather/, 19. 2. 2014.
31. Nike Mercurial Vapor, en.wikipedia.org/wiki/Nike_Mercurial_Vapor, 19. 2. 2014.
32. www.soccerstock.co.uk/nike-mercurial-vapor-superfly-iii-fg-brazil-yellow-green.html, 6. 4. 2014.
33. www.sportshoemarket.com/views/New-Nike-Mercurial-Vapor-Superfly-III-FG-2014-Brazil-home-soccer-cleats-green-2974.html, 6. 4. 2014.
34. soccer.epicsports.com/soccer-jersey-history.html, 19. 2. 2014.
35. Junaković, A.: www.dnevno.hr/sport/nogomet/54715-foto-pogledajte-novi-dres-vatrenih-od-materijala-za-plasticne-boce.html, 19. 2. 2014.
36. Croatia New Home Soccer Jersey 2012 Euro, www.soccerjerseysclub.com/croatia-2012-national-team-home-kit/, 19. 2. 2014.
37. nikeinc.com/news/nike-football-unveils-2014-brasilian-national-team-kit, 7. 4. 2014.
38. www.soundset.hr/sport/foto-s-ovim-dresovima-hrvatska-putuje-u-brazil, 6. 4. 2014.
39. Grahame, A.: The History of Soccer Goalie Gloves, www.livestrong.com/article/341436-the-history-of-soccer-goalie-gloves/, 19. 2. 2014.
40. sneakerreport.com/news/reusch-launches-new-brazil-inspired-waorani-deluxe-g2-goalkeeper-gloves/, 7. 4. 2014.
41. Five Tips for Buying Soccer Shin Guards, voices.yahoo.com/five-tips-buying-soccer-shin-guards-631442.html?cat=14, 19. 2. 2014.
42. www.soccerscene.co.uk/nike-mercurial-lite-brazil-shin-guard-mens-818017?colcode=81801713, 7. 4. 2014.
43. weimo.en.alibaba.com/product/1130096187-219440826/world_cup_2014_for_brazil_plastic_football_hom.html, 8. 4. 2014.
44. http://store.fifa.com/66616.html, 8. 4. 2014.
45. www.banggood.com/2014-Brazil-World-Cup-Hat-Soccer-Fan-Hat-Sports-Hat-Football-Hats-p-917129.html, 8. 4. 2014.
46. store.fifa.com/61457.html, 8. 4. 2014.

Poliamidi*

Priredila: Đurđica ŠPANIČEK

Časopis Materials World proglasio je poliamide materijalom mjeseca. Povod je to da se prenese tekst o njihovom razvoju.

Polyamides

The Materials World Magazine proclaimed polyamides the material of the month. Good reason to convey a text about their development.

U manje od 80 godina poliamidi, popularni *najloni*, postali su uobičajen materijal vrlo raširene primjene. Stoga su vrlo često i na različite načine prisutni i utjecajni u svakodnevici.

Prekid međunarodnih putova robe tijekom Drugoga svjetskog rata pojačao je znanstvene napore u pronalaženju sintetske alternative za

uvozne proizvode. Prije rata Japan je bio glavni opskrbljivač potrebnom svilom za američko tržište. Svila je bila osnovna komponenta mnogih vojnih proizvoda kao što su padobrani, pokrovi i pneumatici za vojna vozila. Kako su se pogoršavali međunarodni odnosi, 1935. Wallace Carrothers, vodeći istraživač u *DuPontu*, proizveo je i patentirao sintetski nadomjestak za svilu. To je bio početak velike promjene: prije rata 80 % svih vlakana proizvodilo se od pamuka, ostatak od vune, a već sredinom 1945. 25 % vlakana bilo je sintetskog podrijetla.

Najlon se prvi put uspješno pojavio na tržištu 1938. kao čarobna zubna četkica *doktora Westa*, a slijedile su još poznatije ženske čarape, koje su postale sinonim za tu vrstu sintetske plastike. *DuPont* u početku nije zaštitio naziv ... dopuštajući da riječ uđe u svakodnevni rječnik Ame-

* Ploszajski, A.: *Nylon*, Materials World, (2014)3, 58-59.